Revista de Administración, Finanzas y Economía (*Journal of Management, Finance and Economics*), vol. 2, núm. 1 (2008), pp. 1-8.

Generalizaciones de la metodología VAR para el análisis de riesgos de fondeo liquidez, y margen financiero

Edgar Rodolfo Castillo-Huerta*

Recibido 18 de mayo 2007, Aceptado 14 de junio 2007

Resumen

En este artículo estudiamos extensiones de VaR para administrar el riesgo estructural, aplicable a las instituciones financieras y en particular a los bancos, basados en la identificación, medición y control del riesgo. Se propone el uso de medidas de riesgo aplicables en ambas partes del balance (Activo y Pasivo) y en el flujo de efectivo de la institución. Se propone el uso de medidas de control de riesgo de fondeo, ingreso y liquidez, además de la muy conocida medida de riesgo de mercado (VaR).

Abstract

In this paper we study an extension of value at risk to structural risk management alternative, applied to financial institutions, banks particularly, this investigation was based on identify, quantify and risk control. We propose to use risk measures over both sides of balance sheet (Asset and Liability) and over cash flow of the institution. We propose risk control measure like funding, earnings and liquidity, besides the well known measure of market risk (VaR).

Clasificación JEL:C61

Palabras clave: Riesgo, Var, MaR, LaR, WaR, Liquidez, Fondeo, Banco, limites

1. Introducción

En este artículo estudiamos un extensión al la metodología de valor en riesgo para administrar el riesgo estructural, aplicable a las instituciones financieras y en particular a los bancos, basados en la identificación, medición y control del riesgo, antes de empezar, quisiera comentar sobre las fuentes de riesgo en el manejo de los activos y pasivos, la fuentes de incertidumbre en el balance se encuentra en los flujos de efectivo, el costo de fondeo y la tasa de rendimiento, por esta razón para las instituciones financieras es necesario adecuar un modelo que les permita de forma fácil, tomar decisiones de inversión y fondeo, siempre buscando una interacción entre riesgo, rendimiento y liquidez, temas que serán abordados más ampliamente a lo largo de este documento.

La Administración de Activos y Pasivos bajo incertidumbre involucra distintas fuentes de riesgo. Las fuentes de riesgo o incertidumbre se basan en movimientos de los factores económicos, mercado y condiciones demográficas.

* Galeana 118-101C, Santa Ursula Xitla, Tlalpan 14420 México, D.F. Tel. 5229-2203, 5513-3526, Fax. 5229-2396

El modelado de los riesgos de los Activos y Pasivos ha sido abordado ampliamente por autores como R. Harrington (1987), D. Uyemura (1993), W.T. Ziemba, y Mulvey (1986), Cosiglio, Cocco y Stavros A. Zenios (2005), H. Jonson (1994), Deelstra y Janssen (2000), Carino y Ziemba (1996), todos ellos basan su trabajo en estimaciones econométricas o modelos multivariados con programación estocástica, sin embargo, en ningún caso se muestra un nivel de confianza sobre un horizonte dado como en el caso del bien conocido riesgo de mercado "VaR"[1], una aproximación a lo que estamos proponiendo es el trabajo de Javier Márquez Diez Canedo (1999 y 2002), quien para un portafolio de crédito propone el uso de la metodología "VaR" para determinar el nivel de solvencia de un banco.

Académicamente el trabajo busca completar estas investigaciones, en cuanto a la forma de ver el riesgo estructural abordado desde varios puntos de vista, con el fin de obtener una administración de riesgo integral. Estos puntos de vista son los siguientes: identificación de riesgos desde cada parte de la hoja de balance, Activos y Pasivos; desde los flujos de efectivo como la liquidez; o, desde el cambio en los ingresos al cambio en tasas de interés.

Se propone el uso de medidas de control de riesgo de fondeo, ingreso y liquidez, además de la muy conocida medida de riesgo de mercado. El artículo se organiza de la siguiente manera. La sección dos plantea las herramientas que serán utilizadas para la administración de riesgos estructurales de forma separada, empezando por la más conocida, el VaR como medida de riesgo de mercado. La sección tres introduce el uso de esas medidas de forma conjunta con el fin de obtener un análisis de riesgo integral. Finalmente, la sección cuatro sintetiza los resultados y comenta el uso de las herramientas como medidas de gestión y control.

2. Medidas de control de riesgo

Al hablar de "riesgos" se piensa en la posibilidad de que ocurran eventos no deseados. Pero una parte de los riesgos en los mercados financieros ocurren por sucesos a los cuales no se les asocia ninguna probabilidad. Asignar una probabilidad a todos los eventos que puedan alterar las utilidades de las empresas, es lo que se denomina "Análisis de Riesgos". Financieramente, se puede definir el "Riesgo" como la probabilidad de que los precios de los activos que se tengan en un portafolio se muevan adversamente ante cambios en las variables macroeconómicas que los determinan.

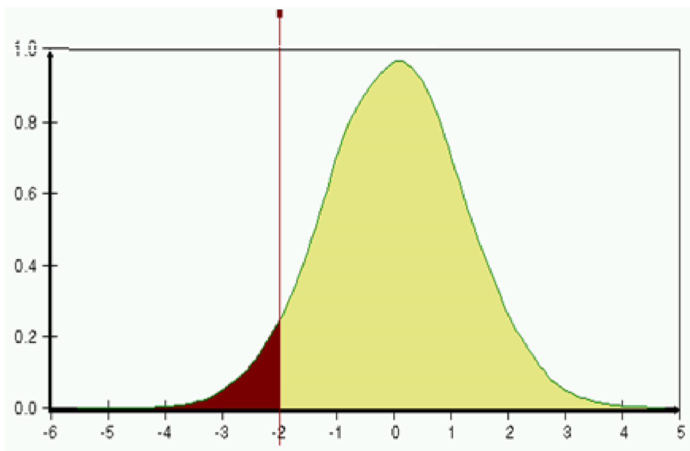
Las variables financieras que se requieren para el análisis, son todas aquellas variables que al cambiar de valor podrían cambiar de forma adversa el valor del portafolio; por ejemplo, en el caso de un bono con tasa revisable cada 28 días, la única variable que suponemos afectaría, sería la tasa de 28 días y la tasa actual (fórmula de valuación), por supuesto hay otros factores que podrían afectar a la valuación de este instrumento, sin embargo sólo tomaremos en cuenta aquellas variables que directamente afecten según la forma de valuar cada instrumento. En la parte activa el riesgo de mercado, ya muy estudiado a través del valor en riesgo, "VaR" se refiere a determinar la pérdida máxima que podría tener una cartera de inversión en un horizonte de tiempo con un nivel de confianza dado,

[1] VaR por sus siglas en ingles "Value at Risk", "Valor en Riesgo", terminología introducida por JP Morgan (1995) y divulgada en su documento técnico Riskmetrix^{RM}

esta herramienta supone que las variables financieras siguen una distribución Gausiana (Normal).

Figura 1

Probability Density Estimate



Profit/Loss Value(millions)

Distribución Gausiana (Normal)

El VaR se refiere encontrar el punto donde la probabilidad acumulada alcanza la cantidad 1-Nivel de confianza,

$$\int_{-\infty}^{VaR} f(s)\mathrm{d}s = 1 - c,$$

donde c = nivel de confianza, $f(s)$ = Función de densidad de los precios $VaR_c = \mu + z_c\sigma$, con μ = rendimiento promedio del portafolio, z = Distribución acumulada normal hasta en nivel de confianza (c).

Al igual que en la parte activa (Portafolio$-VaR$) en la sección pasiva se busca determinar el monto de fondeo que se cancelará. Herramienta que definiremos como pasivos en riesgo o "WaR" por sus siglas en ingles "Withdrawalls at Risk" es necesario conocer las probabilidades de cancelación de pasivos a un plazo determinado.

Supongamos los siguientes pasivos: chequeras (f_1), depósitos a plazo (f_2), pagare (f_3) y papel de mercado de dinero (f_4), junto con sus diferentes plazos de vencimiento.

El valor total de los pasivos esta dado por la siguiente expresión

$$V = \sum_{i=1}^{N} f_i,$$

donde $N = 4$. Supongamos que la decisión del cliente de mantener o no (cancelar) el ahorro o inversión, para el banco sería mantener el fondeo o cancelarlo, sigue una distribución Bernoulli (p), donde "(p)" representa la probabilidad de cancelación de los pasivos.

El valor medio de los retiros al ser una distribución Bernoulli (p) sería: $\mu = pV$.

Mientras tanto el riesgo del portafolio estaría dado por la varianza como:

$$\sigma^2 = p(1-p)\sum_{i=1}^{N} f_i^2.$$

Esto es por supuesto asumiendo independencia entre los depositantes.

Para el caso de pasivos se tiene la posibilidad de que:

i) Disminuya a causa de cancelaciones de depósitos / inversiones / compras
ii) Aumente derivado de nuevos depósitos / inversiones / emisión

Riesgo = Cancelación de Pasivo = Retiro esperado + Retiro no esperado (Cancelaciones de pasivos), por tanto el monto en riesgo de ser retirado sería el siguiente:

$$WaR = \mu + z_\alpha \sigma = pV + z_\alpha \sqrt{p(1-p)\sum_{i=1}^{N} f_i^2}$$

WaR = Cancelación de Pasivo (Withdrawals at Risk), p = Probabilidad de Cancelación de pasivos, Z = Probabilidad acumulada de una distribución normal hasta el nivel de confianza dado, f = El $i-$ésimo pasivo.

La siguiente medida se refiere a la liquidez, misma que denominaremos Liquidez en Riesgo o "LaR" (Liquidity at Risk). El análisis de LaR parte de la clasificación del pasivo en rubros que engloben clientes o productos con perfiles similares. La liquidez que debe mantenerse disponible en una institución a través de fuentes de fondeo externas o de activos líquidos en el balance, en función al grado de aversión al riesgo que se tenga.

Para calcular el monto mínimo de activos líquidos es necesario analizar los patrones de renovación y permanencia de cada categoría de pasivo.

Con el fin de evitar riesgos excesivos de liquidez, se debe considerar un monto de activos líquidos superior, o al menos igual al LaR. La liquidez debe ser suficiente para solventar las obligaciones de la institución, sin que se tenga que acceder recurrentemente al fondeo más costoso o de última instancia.

Una medida comúnmente utilizada para el control de la liquidez es justamente "Ψ", el coeficiente de liquidez, que es función del capital "K" y de los pasivos "V"

$$\Psi = \frac{K}{V} \tag{1}$$

Es necesario determinar la concentración de un sólo cliente o grupo de clientes para esto tendríamos que compararlo contra el pasivo total es decir, determinar la proporción de la fuente de fondeo que representa de todo el pasivo como sigue:

$$f_k \leq \Theta V \tag{2}$$

donde:

$$f_k = \begin{cases} \Theta V; & k = 0, 1, 2, \ldots, n \\ 0; & k = n+1, n+2, \ldots, N. \end{cases}$$

La proporción Θ del total del pasivo, que representa el fondeo f_k, están relacionados por el nivel de capitalización del banco, y podría representar un limite de fondeo.

Con esto introduzco el límite de liquidez como una proporción de los pasivos relacionado con una probabilidad de cancelación de pasivos:

$$L_\alpha R_\alpha = n_\alpha \Theta V \tag{3}$$

El argumento n, se refiere al número de clientes que desean cancelar sus pasivos (Ahorros) y requieren retirar su dinero, suponiendo una distribución Binomial, es decir:

$$Pr(m,n) = \binom{n}{m} p^m (1-p)^{n-m} \tag{4}$$

donde p representa la probabilidad de retiro de fondos, con esta distribución podemos determinar la media "np" y la varianza "$np(1-p)$" y determinar con un nivel de confianza, α, el nivel de capitalización requerido para cubrir la solicitud de efectivo que se retira:

$$|np + z_\alpha \sqrt{np(1-p)}|\Theta V \leq K \tag{5}$$

donde z_α = Probabilidad acumulada en una distribución Gausiana "Normal" hasta el nivel α

$$LaR = \mu + z_\alpha \sigma = pV + z_\alpha \sqrt{p(1-p)\sum_{i=1}^{N} f_i^2}$$

$$\Psi \geq \bar{p} + z_\alpha \sigma \sqrt{H(G)}.$$

En donde el índice de Herfindal - Hirschman $H(G)$ queda dado por:

$$H(G) \leq \left(\frac{\Psi - \bar{p}}{z_\alpha \sigma}\right)^2, \qquad \bar{p} = \frac{\pi^T F}{V} \qquad \text{y} \qquad \sigma = \frac{1^T G}{V}$$

Donde, $H(G)$: Es la concentración de los pasivos redimensionados; P: Es la probabilidad de cancelación esperada promedio de los de pasivos; σ: Es una medida de la desviación estándar de la probabilidad de cancelación; F: Vector de montos de pasivos; G: Vector transformado de F; π: Es el vector de probabilidades de cancelación de pasivos y z_α: Nivel de confianza de acuerdo al grado de aversión al riesgo.

Finalmente, la medida de riesgo para los ingresos futuros se refiere a descontar cada una de las brechas (diferencia entre activos y pasivos en cada momento del tiempo) en el flujo de efectivo utilizando estructuras de tasas de interés calculadas con algún modelo de estructuras de tasas de interés como Vasicek, Cox Ingersol y Ross o cualquier otro, que nos provea de un insumo sin considerar arbitraje, es decir, tasas neutrales al riesgo.

El riesgo total será la suma del valor absoluto de los flujos obtenido, a lo cual llamaremos Ingresos en riesgo o "EaR" (Earnings at Risk).

Para determinar la densidad de la distribución será necesario hacer una simulación (con la siguiente fórmula) y determinando la máxima pérdida con un nivel de confianza dado después de hacer un análisis de frecuencias.

$$EaR = \sum_{i=1}^{N} \max \left[(A_i - L_i)x \left(\frac{1}{(1+r_i)^{DxV_i/360}} - \frac{1}{(1+r_i+0.01)^{DxV_i/360}} \right), \right.$$

$$\left. (A_i - L_i)x \left(\frac{1}{(1+r_i-0.01\%)^{DxV_i/360}} - \frac{1}{(1+r_i)^{DxV_i/360}} \right) \right]$$

Donde, r_i = Tasa cupón cero en base anual del periodo i (Calculada con base en la estructura de plazos calculada con base en algún modelo de estructura de tasas de interés por ejemplo: Vasicek o Cox Ingersol & Ross), DxV_i = Días por vencer del periodo i.

A continuación mostraré un análisis comparativo de las diferentes metodologías, a fin de aclarar cualquier duda.

Tabla 1

Análisis comparativo de las diferentes metodologías

VaR	WaR
$\int_{-\infty}^{VaR} f(s)ds = 1-c$	$\int_{-\infty}^{WaR} f(s)ds = 1-c$
Supuestos	
Dist. Normal $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{(x-\mu)^2/2}$ Media $= \mu$ Varianza $= \sigma^2$	Dist. Bernoulli $f(x) = \begin{cases} p; & \text{si cancelan pasivo} \\ 1-p; & \text{si continúa.} \end{cases}$ Media $= p$ Varianza $= p(1-p)$
$VaR_c = \mu + z_c\sigma$	$VaR_c = \mu + z_c\sigma$
Forma de cálculo	
Paramétrico Simulación Histórica Simulación Montecarlo	Paramétrico Simulación Histórica Simulación Montecarlo

VaR ≡Riesgo mercado, se refiere a la pérdida máxima en un horizonte de tiempo y con un nivel de confianza dado. WaR ≡Riesgo cancelación de pasivos, busca determinar el monto máximo a ser retirado.

Las diferentes formas de ver a la institución nos ayudaran a conocer como se está comportando de forma integral, con la ayuda de los indicadores de riesgo mostrados podemos conocer de forma individual el riesgo de cada parte del balance, activos (VaR) o pasivos (WaR), de hecho también los cambios en los ingresos por intereses o margen financiero (EaR) y la liquidez (LaR), sin embargo, la interacción de estos indicadores podría ayudar a la gestión y al control de la institución, este tema será tratado en la siguiente sección.

(Continuación) Tabla 1

Análisis comparativo de las diferentes metodologías

LaR	EaR
$\int_{-\infty}^{LaR} f(s)ds = 1 - c$	$\int_{-\infty}^{EaR} f(s)ds = 1 - c$
Supuestos	
Dist. Binomial $f(x) = C_n^m p^i (1-p)^{n-i}$ Media $= np$ Varianza $= np(1-p)$	Dist. Dada por el modelo de estructura de tasas empleado (Normal, Familia de valores extremos, etc.)
$VaR_c = \mu + z_c\sigma$	$VaR_c = \mu + z_c\sigma$
Forma de cálculo	
Paramétrico Simulación Histórica Simulación Montecarlo	Simulación Simulación Montecarlo

LaR $\equiv$Riesgo de liquidez, determina el nivel de liquidez necesaria para solventar obligaciones. EaR $\equiv$Riesgo en flujos de efectivo, busca determinar la máxima pérdida al cambiar la tasa de interés.

3. Aplicación de las medidas de riesgo de forma conjunta

Para controlar a la institución pueden ser utilizados límites por cada una de nuestras herramientas mencionadas, y dado que toman en cuenta todo el balance y la interacción entre los activos y los pasivos entonces claramente representan medidas integrales de riesgo.

El nivel de riesgo que la institución está dispuesta a asumir puede depender del impacto de la evolución observada de las tasas de interés sobre el desempeño futuro de los resultados. Aquellos instrumentos para los cuales no se realiza una valuación a mercado diaria (cálculo de VaR o riesgo de mercado), pueden contener utilidades o pérdidas pendientes de realizar, producto del movimiento en las tasas. Estas utilidades o pérdidas se reflejarán en los resultados de toda institución en el transcurso del tiempo.

Para conjuntar la medidas de riesgo mencionadas (EaR, VaR, WaR y LaR) los límites de liquidez se pueden traducir en restricciones al tamaño de los vencimientos de corto plazo, o bien, imponer costos por cambiar el tamaño de los vencimientos de corto plazo, que a su vez restringe a los gaps que se utilizan para el cálculo de la frontera eficiente para el riesgo total.

El modelo propuesto para la gestión del riesgo estructural tiene que ver con la programación estocástica donde lo que se busca es maximizar el margen financiero, sujeto a restricciones presupuestales, regulatorias y de estrategia propia de la institución donde se quiera implementar esta metodología.

4. Conclusiones y comentarios

En este artículo se dio a conocer una alternativa para administrar en las instituciones financieras y en particular bancos, el riesgo estructural, basándonos en la identificación, medición y control del riesgo.

El "A-L" estocástico se recomienda para realizar proyecciones y determinar presupuestos (Plan de negocios)

El uso de tasas estocásticas permite conocer mejor el valor económico real de la entidad

El nivel de solvencia esta determinado por el índice de concentración de pasivos y la probabilidad de retiro o cancelación de recursos

Se propuso el uso de medidas de riesgo aplicables en ambas partes del balance (Activo y Pasivo) y en el flujo de efectivo de la institución. Se incentivo el uso de medidas de control de riesgo de fondeo, ingreso y liquidez, en forma conjunta.

Este trabajo puede ser aplicado directamente en la banca mexicana y es posible hacer una propuesta de legislación sobre el cálculo de capital para mantener la solvencia de las instituciones.

Bibliografía

Sheldom M. Ross, (1992). "*Applied Probability Models with Optimization Applications*" Dover Publications, Inc., New York.

William T. Ziemba, John M. Mulvey, (2001). "*Worldwide Asset and Liability Modeling*", Cambridge University Press.

Roy Kouwenberg and Stavros A. Zenios, (2001). "*Stochastic Programming Models for Asset Liability Management*, Hermes Center on Computational Finance & Economics, School of Economics and Management, University of Cyprus, Working paper.

M. I. Kusy, W. T. Ziemba, (May - Jun, 1986). "*A Bank Asset and Liability Management Model", Operations Research*, Vol. 34, No 3. pp. 356-376.

Griselda Deelstra, Jacques Janssen, (2000). "*Interaction Between Asset Liability Management and Risk Theory: An Unsegmented and a Multidimensional Study*", Working paper.

Andrea Consiglio, Flavio Cocco, Stavros A. Zenios, (2005) "*Scanario Optimization Asset Liability Modelling for Individual Investors*", Hermes Center on Computational Finance & Economics, School of Economics and Management, University of Cyprus, Working paper.

Nikolas Topaloglou, Hercules Vladimirou, Stavros A. Zenios, (2004). "*Dynamic Stochastic Programming Models for internacional portfolio management*", HERMES European Center of Excellence on Computational Finance and Economics School of Economics and Management University of Cyprus, Working paper.

Javier Márquez Diez-Canedo, (2002). "*Suficiencia de Capital y Riesgo de Crédito en Carteras de Préstamos Bancarios*", Documentos de investigación de Banco de México.